

## Project Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Tertulis Siswa Kelas X

### Project Based Learning to Improve Written Argumentation Skill of Tenth Graders

NOVIAN BUDI TAMA<sup>1</sup>, RIEZKY MAYA PROBOSARI<sup>1</sup>, SRI WIDORETNO<sup>1</sup>, INDRIYATI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi/FKIP-Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

<sup>2</sup>SMA Negeri 5 Surakarta, Indonesia

\*email: no\_vian25@yahoo.com

Manuscript received: 5 Juni 2016, Revision accepted: 30 Juli 2016

#### ABSTRACT

The objectives of this research was to improve students written argumentation of the tenth grader of science class in a senior high school in Central Java through the application of project based learning. This research was a classroom action research conducted in three cycles. Each cycle consists of 4 stages, namely: planning, action, observing and reflecting. The subject of this research was 30 students in science class. The data of this research were obtained from test, observation and documentation. This research was descriptive qualitative research which was analyzed through three components: data reduction, data presentation, and taking the conclusion or verification. This research used a spiral model. The result shows that the application of project based learning improved students written argumentation skill, i.e. 22,04% in the pre-cycle, 30,48 in the first cycle, 25,74% in the second cycle, and 32,01% in the third cycle. It can be said that the implementation of project based learning can improve students' written argumentation skill in science class.

**Keywords:** Project Based Learning, written argumentation, Toulmin

#### PENDAHULUAN

Berpikir kritis menurut Triling & Fadel (2009) merupakan kemampuan yang dibutuhkan untuk mengatasi masalah abad 21. Kemampuan berpikir kritis merupakan kemampuan menganalisis, menginterpretasi, mengevaluasi, meringkas, dan mensintesis berbagai informasi untuk menyelesaikan masalah (Triling & Fadel, 2009). Kemampuan berpikir kritis siswa menurut Saracaglu, Hilal, & Yesim (2011) dapat ditingkatkan melalui proses menganalisis dan mengevaluasi pendapat yang disampaikan oleh guru atau siswa lain selama proses pembelajaran berlangsung. Pendapat yang muncul selama proses pembelajaran melibatkan kemampuan guru dan siswa dalam berargumentasi.

Argumentasi menurut Simon, Erduran, & Osborne (2006) merupakan proses mengumpulkan berbagai komponen yang dibutuhkan untuk membangun suatu pendapat/argument. Komponen argumentasi menurut Toulmin (1958) dalam Chan & Esther (2010) terdiri dari *claim*, *evidence*, *warrant*, *backing*, *qualifier*, dan *rebuttal*. Di sisi lain, komponen argumentasi Toulmin (1958) merupakan struktur dasar argumentasi yang mampu meningkatkan kemampuan argumentasi siswa secara lisan dan tertulis (McNeill & Krajcik, 2011). Komponen argumentasi Toulmin (1958) disesuaikan oleh McNeill & Krajcik (2011) dengan kemampuan siswa dalam memahami pengertian dari masing-masing komponen, dan menghasilkan 4 komponen argumentasi, yaitu: *claim*, *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal*. *Claim* merupakan suatu

gagasan, kesimpulan, hipotesis, atau pendapat terhadap suatu kejadian atau fenomena (Kaya, Erduran, & Cetin, 2012). *Evidence* adalah bukti yang digunakan untuk mendukung *claim*. *Reasoning* merupakan alasan yang diberikan untuk menghubungkan *evidence* dengan *claim*. *Rebuttal* merupakan alternatif jawaban untuk menolak *claim* karena *claim* yang diberikan dianggap kurang tepat (McNeill & Krajcik, 2011).

Argumentasi menurut Tippet (2009) dikategorikan ke dalam 2 jenis, yaitu: argumentasi lisan dan tertulis. Argumentasi tertulis menurut Bathgate, Crowell, Schunna, Cannadyc, & Dorphc (2015) bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan ilmiah dan kemampuan menulis siswa. Hasil penelusuran menunjukkan bahwa umumnya kemampuan argumentasi siswa cenderung rendah Karena berbagai sebab, baik karena ketidak siapan guru dalam mengajarkan argumentasi, motivasi yang rendah atau keterbatasan pengetahuan guru dan siswa.

Penelitian ini dimulai dengan dilakukannya observasi untuk mengetahui kemampuan argumentasi siswa dilakukan di kelas X MIPA pada salah satu SMA Negeri di Jawa Tengah. Hasil observasi menunjukkan jumlah siswa yang memiliki inisiatif dalam mengemukakan pendapat secara lisan sebanyak 5 siswa, dan siswa cenderung memberikan jawaban singkat terhadap pertanyaan yang diajukan oleh guru. Observasi dilanjutkan dengan menganalisis pendapat yang disampaikan siswa secara tertulis. Hasil analisis menunjukkan bahwa siswa cenderung memberikan jawaban singkat dan kurang lengkap untuk

menjawab pertanyaan yang disampaikan guru, serta beberapa jawaban yang disampaikan siswa mengandung konsep yang kurang tepat. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa kesulitan dalam berargumentasi secara lisan dan tertulis. Hasil observasi sesuai dengan pendapat Zohar & Nemet (2002) dalam Chan & Esther (2010) yang menyatakan bahwa lebih dari 80% siswa memberikan argumentasi dengan konsep pengetahuan yang kurang tepat.

Observasi lanjutan dilakukan untuk mengetahui kemampuan argumentasi tertulis siswa dengan menganalisis jawaban siswa sesuai rubrik penilaian argumentasi oleh Acar & Bruce (2012) pada 3 komponen argumentasi, yaitu: *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal*. Hasil analisis menunjukkan kemampuan argumentasi tertulis siswa adalah 24,81% yang terdiri dari: *evidence* sebesar 20%, *reasoning* sebesar 28,89%, dan *rebuttal* sebesar 25,56%. Hasil observasi menunjukkan bahwa siswa kelas X MIPA 2 SMA Negeri 5 Surakarta memiliki kemampuan argumentasi tertulis yang rendah. Hasil observasi sesuai pendapat McNeill & Krajcik (2011) yang menyatakan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam membangun argumentasi ilmiah karena mengalami kebingungan dalam menentukan komponen argumentasi.

Kemampuan berargumentasi siswa dapat dikembangkan melalui kegiatan diskusi yang dilakukan siswa selama mengikuti proses pembelajaran (Acar, 2008). Proses diskusi menurut Llewellyn (2013) dapat memfasilitasi siswa untuk membangun argumentasi ilmiah dengan cara memberi kesempatan siswa lain untuk berpendapat dan memberikan penolakan terhadap pendapat yang dianggap tidak sesuai dengan konsep ilmu pengetahuan. *Project based learning* menurut Turgut (2008) merupakan model pembelajaran yang mengakomodasi siswa melakukan penyelidikan, mendiskusikan berbagai topik dalam forum kelompok, mencari pengetahuan dari berbagai sumber, mengambil keputusan, dan mempresentasikan produk. Proyek dalam *project based learning* menurut Mihardi, Mara, & Ridwan (2013) mampu membangun kemampuan argumentasi siswa berdasarkan *evidence* yang diperoleh siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Proyek yang dikerjakan siswa berdasarkan tahap dalam *project based learning* menurut Soparat, Savitree, & Saowadee (2015) dapat membangun penalaran siswa (*reasoning*) sehingga mampu meningkatkan kemampuan argumentasi tertulis siswa.

*Project based learning* menurut Moursund (1999) dalam Demirci (2010) merupakan pembelajaran berdasarkan fenomena atau masalah yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari. Sintaks *project based learning* menurut Turgut (2008) memiliki 5 tahap, yaitu: *planning an investigation process according to driving question*, *searching for the theoretical background of the driving question*, *presenting that theoretical background to class and discussion about issue*, *deciding the study group the way of collecting data and data analysis*, dan *evaluating data, arriving a conclusion, presenting the project in class as preferred and discussion*. Tahap *planning an investigation process according to driving question*

mengakomodasi siswa mengevaluasi data yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Tahap *searching for the theoretical background of the driving question* memfasilitasi siswa mencari berbagai konsep pengetahuan untuk mendukung perencanaan penyelidikan yang disusun oleh siswa, sehingga meningkatkan kemampuan penalaran siswa. Tahap *presenting that theoretical background to class and discussion about issue* meningkatkan kemampuan argumentasi siswa melalui proses diskusi. Tahap *deciding the study group the way of collecting data and data analysis* meningkatkan kemampuan siswa memperoleh data yang tepat untuk menyelesaikan proyek. Tahap *evaluating data, arriving a conclusion, presenting the project in class as preferred and discussion* meningkatkan kemampuan argumentasi siswa dengan mengevaluasi data yang diperoleh dan menggunakan kemampuan penalaran siswa untuk membangun kesimpulan yang tepat (Llewellyn, 2013).

Penelitian bertujuan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi tertulis siswa kelas X MIPA 2 SMA Negeri 5 Surakarta pada materi Ekosistem.

## METODE PENELITIAN

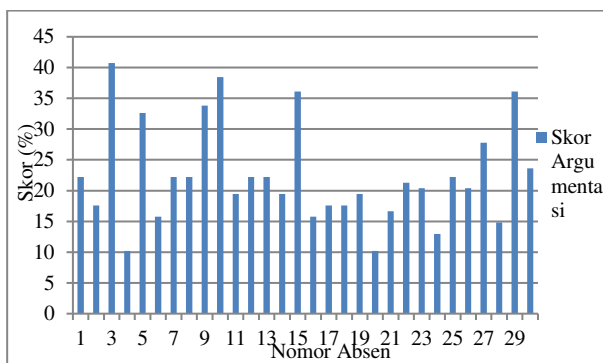
Penelitian Kelas ini dilaksanakan dalam 3 siklus. Subjek penelitian berjumlah 30 siswa, yang terdiri dari 11 siswa laki-laki dan 19 siswa perempuan. Teknik pengambilan data menggunakan tes, observasi, dan dokumentasi. Penelitian yang dilakukan meliputi penerapan *project based learning* di kelas biologi. Data penelitian yang dikumpulkan berupa kemampuan argumentasi siswa melalui instrumen berupa *multiple choice questionnaire* beralasan. Instrumen penelitian disesuaikan dengan materi penelitian. Uji validasi data dilakukan untuk menjaga kebenaran data yang diperoleh selama penelitian sehingga dapat dipertahankan dan dipertanggungjawabkan. Uji validasi data dilakukan dengan menggunakan teknik triangulasi. Teknik triangulasi merupakan teknik pengumpulan data yang berasal dari sumber yang sama namun menggunakan metode yang berbeda (Sugiyono, 2012).

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan teknik deskriptif kualitatif, yaitu dengan membandingkan hasil hitung statistik deskriptif yang berupa persentase skor literasi konseptual biologi siswa pada satu siklus dengan siklus berikutnya. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian mengacu pada model analisis Miles dan Huberman yang dilakukan dalam 3 komponen, yaitu: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi (Sugiyono, 2012).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

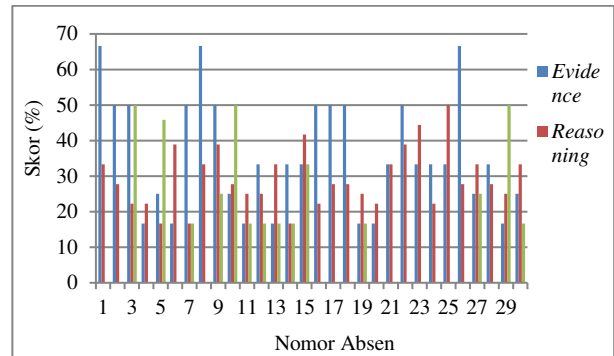
Hasil penelitian menunjukkan adanya perubahan kemampuan argumentasi tertulis setiap siswa pada masing-masing siklus. Hasil observasi awal menunjukkan bahwa siswa kesulitan memahami dan menerapkan berbagai konsep biologi. Kemampuan siswa memahami, menjelaskan, dan menerapkan konsep biologi menurut Uno dan Bybee (1994) dalam Birzina (2011) dikategorikan ke

dalam level literasi konseptual biologi. Literasi konseptual menurut Alverman, Qian & Hynd, (1995) dalam Osborne (2005) ditentukan oleh kemampuan siswa menentukan kebenaran konsep biologi dan memberikan alasan mengenai kebenaran konsep biologi. Alasan yang diberikan siswa pada soal multiple choice questionnaire beralasan dianalisis berdasarkan komponen argumentasi menurut Acar & Bruce (2012) dan Mc Neill & Krajcik (2011) yang terdiri dari *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal*. Hasil analisis menunjukkan bahwa indikator ketepatan jawaban memperoleh skor sebesar 22,64% dan skor argumentasi siswa sebesar 22,40%. Rincian skor argumentasi siswa Pra-Siklus tertera pada Tabel 4.2.



Gambar 1. Skor Argumentasi Pra-Siklus

Tabel di atas menunjukkan bahwa skor argumentasi siswa pada pra-Siklus tergolong rendah. Tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan literasi konseptual biologi siswa adalah dengan menerapkan model pembelajaran project based learning (PjBL). Penerapan PjBL menurut Baker, et al., (2011) mampu membangun kemampuan argumentasi siswa melalui penemuan *evidence*. Gambar 4.2 menunjukkan bahwa siswa dengan nomor absen 3 memperoleh skor argumentasi tertinggi, dengan skor sebesar 40,74%. Skor argumentasi terendah adalah sebesar 10,18 yang diperoleh siswa dengan nomor absen 4 dan 20. Siswa dengan nomor absen 24, 28, 21, 22, dan 10 memperoleh skor argumentasi secara berurutan sebesar 12,96%, 14,82%, 16,67%, 21,30%, dan 38,43%. Siswa dengan nomor absen 6 dan 16 memperoleh skor argumentasi sebesar 15,74%. Siswa dengan nomor absen 2, 17, dan 18 memperoleh skor argumentasi sebesar 17,59%. Siswa dengan nomor absen 11, 14, dan 19 memperoleh skor argumentasi sebesar 19,44%. Siswa dengan nomor absen 23 dan 26 memperoleh skor argumentasi sebesar 20,37%. Siswa dengan nomor absen 1, 7, 8, 12, 13, dan 25 memperoleh skor argumentasi sebesar 22,22%. Siswa dengan nomor absen 30, 27, 5, dan 9 memperoleh skor argumentasi secara berurutan sebesar 23,61%, 27,78%, 32,64%, dan 33,80%. Siswa dengan nomor absen 15 dan 29 memperoleh skor argumentasi sebesar 36,11%.



Gambar 2. Diagram Skor Evidence, Reasoning, dan Rebuttal Pra-Siklus

Gambar 2 menunjukkan bahwa masing-masing komponen argumentasi memiliki skor yang berbeda, *evidence* merupakan komponen argumentasi dengan skor tertinggi, yaitu sebesar 66,67% yang didapatkan oleh siswa dengan nomor absen 1, 8, dan 26. Siswa dengan nomor absen 4, 6, 11, 13, 19, 20, dan 29 memperoleh skor *evidence* terendah, yaitu sebesar 16,67%. Siswa dengan nomor absen 5, 10, 27, dan 30 memperoleh skor *evidence* sebesar 25%. Siswa dengan nomor absen 12, 14, 15, 21, 23, 24, 25, dan 28 memperoleh skor *evidence* sebesar 33,33%. Siswa dengan nomor absen 2, 3, 7, 9, 16, 17, 18, dan 22 memperoleh skor *evidence* sebesar 50%.

Skor tertinggi pada komponen *reasoning* adalah sebesar 50% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 25 dan skor terendah diperoleh oleh siswa dengan nomor absen 5, 7, dan 14 dengan skor *reasoning* sebesar 16,67%. Siswa dengan nomor absen 3, 4, 16, 20, dan 24 memperoleh skor *reasoning* sebesar 22,22%. Siswa dengan nomor absen 11, 12, 19, dan 29 memperoleh skor *reasoning* sebesar 25%. Siswa dengan nomor absen 2, 10, 17, 18, 26, dan 28 memperoleh skor *reasoning* sebesar 27,78%. Siswa dengan nomor absen 1, 8, 13, 21, 27, dan 30 memperoleh skor *reasoning* sebesar 33,33%. Siswa dengan nomor absen 6, 9, dan 22 memperoleh skor *reasoning* sebesar 38,89%. Siswa dengan nomor absen 15 memperoleh skor *reasoning* sebesar 41,67%. Siswa dengan nomor absen 23 memperoleh skor *reasoning* sebesar 44,44%.

Skor tertinggi pada komponen *rebuttal* adalah sebesar 50% dan diperoleh oleh siswa dengan nomor absen 3, 10, dan 29. Siswa dengan nomor absen 7, 11, 12, 13, 14, 19, dan 30 memperoleh skor *rebuttal* sebesar 16,65%. Siswa dengan nomor absen 9 dan 27 memperoleh skor *rebuttal* sebesar 25%. Siswa dengan nomor absen 15 memperoleh skor *rebuttal* sebesar 33,34%. Siswa dengan nomor absen 5 memperoleh skor *rebuttal* sebesar 45,84%. Siswa dengan nomor absen 1, 2, 4, 6, 8, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, dan 28 memperoleh skor *rebuttal* sebesar 0%.

Siklus I dimulai ketika guru melakukan apersepsi dengan menyajikan 4 gelas aqua dengan komponen yang berbeda-beda. Gelas aqua A berisi air, gelas aqua B berisi ikan, gelas aqua C berisi *Hydrila* sp., dan gelas aqua D berisi air, ikan, serta *Hydrila* sp. Guru menyuruh siswa mengidentifikasi warna air pada masing-masing gelas aqua dan komponennya, kemudian meminta siswa menyebutkan komponen yang terdapat pada masing-masing gelas aqua.

Siswa menyebutkan komponen yang terdapat di gelas aqua terdiri dari ikan, air, udara, dan *Hydrila* sp.

Siswa diminta memasukan larutan methylen blue sebanyak 1 mL ke dalam masing-masing gelas aqua, kemudian mengamati perubahan yang terjadi pada masing-masing gelas aqua. Guru meminta siswa menyebutkan perubahan yang terjadi pada masing-masing gelas aqua. Siswa berpendapat bahwa tidak terjadi perubahan pada gelas aqua A, pada gelas aqua D lebih jernih dari gelas aqua B, dan gelas aqua C lebih jernih dari gelas aqua B dan D. Guru meminta siswa menyebutkan input dan output yang terdapat pada masing-masing gelas aqua, namun siswa kesulitan menyebutkan input dan output sehingga guru menyebutkan input pada gelas aqua A, B, C, dan D adalah air, udara, dan cahaya serta menyebutkan output pada gelas aqua A tidak ada, pada gelas aqua B adalah CO<sub>2</sub>, pada gelas aqua C adalah O<sub>2</sub>, dan pada gelas aqua D adalah CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub>. Guru menyuruh siswa menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan dan identifikasi gelas aqua. Siswa menyatakan bahwa kesimpulan yang diperoleh adalah terdapat komponen biotik dan abiotik pada gelas B, C, dan D sedangkan pada gelas A hanya terdapat komponen abiotik serta antarkomponen yang terdapat pada gelas aqua saling berhubungan dan mempengaruhi. Guru melengkapi kesimpulan yang disampaikan siswa dengan menyatakan bahwa dalam gelas aqua terdapat suatu sistem di lingkungan. Guru bertanya tentang istilah untuk ilmu yang mempelajari hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya. Siswa menjawab pertanyaan guru dengan menyatakan bahwa ilmu yang mempelajari hubungan makhluk hidup dengan lingkungannya adalah ekologi. Guru bertanya mengenai istilah tentang sistem yang terdapat di lingkungan. Siswa berpendapat bahwa sistem yang terdapat di lingkungan disebut sebagai ekosistem. Guru membatasi topik pembelajaran pada materi komponen penyusun ekosistem.

Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok sesuai dengan rumusan masalah yang sudah diklarifikasi oleh guru. Pembagian rumusan masalah untuk masing-masing kelompok adalah sebagai berikut: kelompok 1 mengamati komponen penyusun ekosistem di air kolam. Kelompok 2 mengamati komponen penyusun ekosistem di green house. Kelompok 3 mengamati status/niche komponen penyusun ekosistem di halaman sekolah. Kelompok 4 mengamati status/niche komponen penyusun ekosistem air. Kelompok 5 mengamati perbedaan komponen penyusun ekosistem di kolam dan taman. Kelompok 6 mengamati perbedaan komponen penyusun ekosistem di halaman sekolah dan depan laboratorium kimia. Siswa diminta mengukur kelembaban udara menggunakan hidrometer dan mengukur suhu di lingkungan sekitar sekolah menggunakan termometer.

Sintaks project based learning yang terselesaikan pada pertemuan pertama adalah tahap planning an investigation process according to driving question, searching for the theoretical background of the driving question, presenting that theoretical background to class and discussion about issue, dan deciding the study group the way of collecting data and data analysis. Tahap planning an investigation process according to driving question dilakukan siswa dengan membuat rencana penyelidikan berdasarkan pertanyaan yang disampaikan guru pada lembar

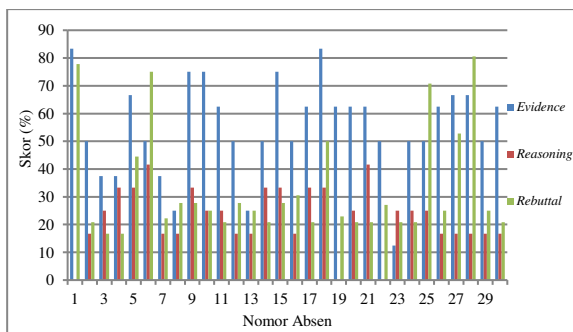
perencanaan penyelidikan. Siswa aktif bertanya mengenai masalah-masalah yang diselidiki masing-masing kelompok dan guru mendampingi proses pembuatan perencanaan penyelidikan. Tahap searching for the theoretical background of the driving question tidak terlaksana karena guru tidak meminta siswa mencari sumber literatur untuk mendukung perencanaan penyelidikan.

Tahap presenting that theoretical background to class and discussion about issue dilakukan guru dengan meminta setiap kelompok mempresentasikan hasil perencanaan penyelidikan. Guru menyuruh setiap kelompok yang tidak melakukan presentasi memberikan masukan pada selembur kertas, sehingga perencanaan yang disusun menjadi lebih baik. Siswa terlihat antusias dalam memberikan masukan sehingga guru membatasi jumlah siswa yang memberi masukan untuk menghemat waktu pembelajaran. Siswa tidak sempat melengkapi perencanaan yang dibuat karena waktu pembelajaran terbatas.

Tahap deciding the study group the way of collecting data and data analysis dilakukan guru dan siswa dengan melakukan pengamatan di sekitar sekolah berdasarkan perencanaan penyelidikan. Setiap kelompok melakukan pengamatan di lokasi yang sudah ditentukan oleh guru. Guru mendampingi proses pengamatan yang dilakukan siswa. Selama proses pengamatan berlangsung siswa aktif bertanya mengenai istilah-istilah dalam ekosistem, misalnya detritus dan detritivor. Pengamatan yang dilakukan siswa bertujuan mengumpulkan data untuk menjawab rumusan masalah yang diperoleh setiap kelompok. Data yang diperoleh dari proses penyelidikan seharusnya dianalisis oleh siswa di luar jam pelajaran, namun guru tidak menyampaikan bahwa proses analisis dilakukan di luar jam pelajaran. Guru hanya meminta siswa mempersiapkan diri untuk mempresentasikan hasil penyelidikan pada pertemuan kedua. Siswa diminta membuat portofolio secara kelompok untuk mempermudah menganalisis data. Pada akhir pertemuan pertama di Siklus I guru menjelaskan aturan pembuatan portofolio sambil membagikan lembar portofolio untuk setiap kelompok.

Pertemuan kedua dilaksanakan dengan melanjutkan sintaks project based learning. Pada tahap evaluating data, arriving a conclusion, presenting the project in class as preferred and discussion siswa diminta mempresentasikan hasil pengamatan yang telah dilakukan. Setiap kelompok mempresentasikan hasil pengamatan dan analisis data sedangkan kelompok yang tidak melakukan presentasi mengevaluasi hasil yang disampaikan oleh kelompok yang presentasi. Diskusi dilakukan melalui kegiatan tanya jawab, jumlah pertanyaan yang diajukan siswa cukup banyak, sehingga guru membatasi jumlah pertanyaan yang diajukan.

Siswa menarik kesimpulan berdasarkan pengamatan dan analisis data yang dipresentasikan setiap kelompok. Kesimpulan yang disampaikan siswa antara lain: ekosistem merupakan hubungan timbal balik antara komponen biotik dan abiotik di lingkungannya, komponen penyusun ekosistem terdiri dari komponen biotik dan abiotik. Guru melengkapi kesimpulan yang disampaikan siswa dengan menyatakan bahwa ekosistem adalah sistem yang terdapat di lingkungan yang dibangun dari input dan output. Skor argumentasi tiap siswa pada siklus I ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Skor Argumentasi Siklus I

Gambar 3 menunjukkan bahwa skor argumentasi tertinggi pada Siklus I adalah sebesar 56,72% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 6. Skor pada komponen reasoning pada Siklus I mengalami penurunan bila dibandingkan dengan Pra-Siklus. Skor komponen rebuttal pada Siklus I mengalami peningkatan bila dibandingkan dengan Pra-Siklus. Skor rebuttal pada Siklus I lebih tinggi dari pada skor reasoning. Hasil observasi Siklus I menunjukkan bahwa skor argumentasi siswa mengalami peningkatan, namun target penelitian belum tercapai sehingga penelitian dilanjutkan ke Siklus II. Tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan skor argumentasi siswa di Siklus II adalah dengan melakukan perbaikan terutama pada keterbatasan media pembelajaran yang mengakibatkan hanya beberapa siswa yang dapat mengamati fenomena.

Siklus kedua dimulai melalui apersepsi dengan menyajikan macam-macam interaksi, yaitu: daun yang dimakan ulat, beberapa ikan yang hidup pada ruang terbatas, lichenes, tumbuhan epifit (paku ekor kuda), dan tumbuhan parasit (benalu). Guru menyuruh siswa menganalisis jenis interaksi pada masing-masing fenomena. Siswa berpendapat bahwa daun yang dimakan ulat merupakan predasi, beberapa ikan yang hidup pada ruang terbatas termasuk kompetisi, tumbuhan epifit (paku ekor kuda) termasuk contoh simbiosis komensalisme, dan tumbuhan parasit (benalu) termasuk contoh simbiosis parasitisme. Siswa tidak mengetahui interaksi yang membentuk lichenes, sehingga guru menjelaskan bahwa lichenes adalah bentuk interaksi simbiosis mutualisme antara algae dengan jamur. Siswa sangat antusias mengamati fenomena-fenomena yang disajikan oleh guru, namun siswa kurang memperhatikan penjelasan guru mengenai fenomena yang disajikan karena terlalu asik melakukan pengamatan.

Selanjutnya guru meminta siswa menuliskan topik pembelajaran di papan tulis. Siswa menuliskan interaksi antarkomponen penyusun ekosistem sebagai topik pembelajaran. Guru meminta siswa membuat rumusan masalah dan tujuan pembelajaran pada selembar kertas kemudian menunjuk perwakilan siswa menuliskan rumusan masalah dan tujuan pembelajaran di papan tulis. Guru memberikan konfirmasi terhadap rumusan masalah yang disampaikan siswa sehingga rumusan tidak ke luar dari materi pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang disampaikan siswa adalah untuk mengetahui jenis interaksi.

Guru membagi siswa menjadi 6 kelompok berdasarkan jenis interaksi, dengan catatan interaksi kompetisi dibagi menjadi 2 yaitu kompetisi interspesifik dan intraspesifik. Pembagian kelompok tidak sesuai dengan rencana, seharusnya siswa dibagi menjadi 5 kelompok karena interaksi kompetisi tidak dibagi menjadi intraspesifik dan interspesifik. Guru menerapkan sintak project based learning pada tahap planning and investigation process according to driving question dengan menyuruh setiap kelompok berdiskusi menyusun perencanaan penyelidikan. Siswa menyusun perencanaan penyelidikan dengan bantuan pertanyaan penuntun yang diberikan guru pada lembar perencanaan penyelidikan (Lampiran 1e). Guru meminta siswa melengkapi perencanaan yang dibuat dengan mengajukan pertanyaan tambahan. Siswa melengkapi perencanaan penyelidikan sesuai dengan pertanyaan tambahan yang diberikan oleh guru. Tahap searching for the theoretical background of the driving question tidak terlaksana karena siswa tidak mendapatkan instruksi dari guru untuk mencari sumber literatur yang dapat mendukung perencanaan penyelidikan yang dibuat oleh siswa.

Tahap presenting the theoretical background to class and discussion about issue dilakukan oleh setiap kelompok. Kelompok yang tidak melakukan presentasi diminta memberi masukan untuk perbaikan perencanaan penyelidikan kelompok yang presentasi. Presentasi yang dilakukan kelompok I kurang sesuai dengan rencana penyelidikan karena siswa menyusun perencanaan penyelidikan mirip dengan Siklus I, yaitu melakukan pengamatan di sekolah. Guru memberi penjelasan bahwa pengamatan dilakukan di luar jam pelajaran dan siswa diberikan kebebasan menentukan lokasi pengamatan. Guru meminta siswa mendokumentasikan pengamatan yang dilakukan sebagai bukti bahwa siswa telah melakukan pengamatan yang sesuai dengan topik di kelompoknya. Siswa diminta melakukan pengamatan sesuai dengan perencanaan dan menyusun laporan portofolio. Guru menyuruh siswa mempersiapkan laporan hasil penyelidikan untuk dipresentasikan pada pertemuan berikutnya.

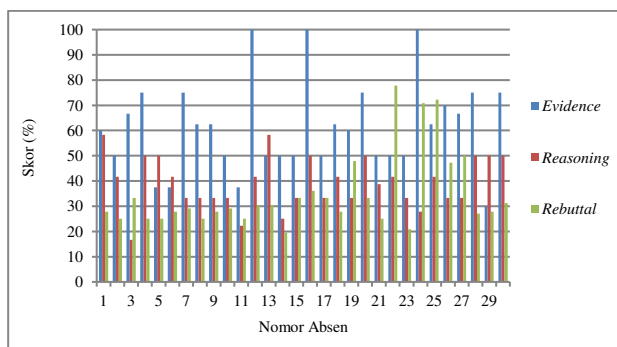
Pertemuan kedua dilaksanakan selama 1 jam pelajaran. Tahap deciding the study group, the way of collecting data and data analysis dilakukan siswa di luar jam pelajaran karena dikhawatirkan jenis interaksi yang menjadi topik pembelajaran tidak terdapat di lingkungan sekolah. Guru memberi waktu kepada siswa selama satu minggu untuk melakukan penyelidikan. Hanya terdapat dua kelompok yang mendokumentasikan proses penyelidikan yang dilakukan.

Pada tahap evaluating data, arriving a conclusion, presenting the project in class as preferred and discussion guru meminta siswa mempresentasikan hasil penyelidikan. Pada saat presentasi berlangsung terdapat siswa yang tidak memperhatikan presentator karena sibuk menyelesaikan laporan pengamatannya, sehingga ketika guru meminta siswa bertanya tidak ada yang mengajukan pertanyaan. Selama proses presentasi berlangsung guru meminta siswa menyampaikan kesimpulan yang diperoleh dari proses penyelidikan, kesimpulan yang disampaikan siswa antara lain: kompetisi merupakan bentuk interaksi dua makhluk hidup yang mengakibatkan kedua makhluk hidup



mengalami kerugian, predasi merupakan interaksi antarmakhluk hidup yang memakan makhluk hidup lain, simbiosis mutualisme merupakan bentuk interaksi yang menyebabkan kedua spesies yang melakukan interaksi sama-sama mendapat keuntungan, simbiosis parasitisme merupakan bentuk interaksi yang menyebabkan salah satu spesies diuntungkan dan spesies yang lain dirugikan, dan simbiosis komensalisme merupakan bentuk interaksi yang menyebabkan salah satu spesies diuntungkan dan spesies yang lain tidak diuntungkan dan juga tidak dirugikan. Guru meminta masing-masing kelompok melengkapi kesimpulan yang diberikan dengan menambahkan contoh pada masing-masing interaksi.

Setelah semua kelompok mempresentasikan hasil pengamatan guru melakukan evaluasi untuk mengetahui dampak penerapan project based learning terhadap kemampuan argumentasi siswa. Evaluasi dilakukan dengan menyuruh siswa mengerjakan soal multiple choice questionnaire beralasan selama 15 menit. Siswa terlihat mengerjakan soal evaluasi dengan lebih serius dari pada Siklus I dan tidak terlihat adanya kecurangan yang dilakukan oleh siswa. Skor setiap komponen argumentasi pada Siklus II dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Skor Capaian Argumentasi Siklus II

Gambar di atas menunjukkan bahwa skor argumentasi pada Siklus II yang diperoleh siswa dengan nomor absen 24 adalah sebesar 61,34% dan merupakan skor argumentasi tertinggi. Siswa dengan nomor absen 11 memperoleh skor argumentasi terendah, yaitu sebesar 26,16%. Hasil observasi Siklus II menunjukkan bahwa skor argumentasi siswa mengalami peningkatan, namun target penelitian belum tercapai, sehingga penelitian dilanjutkan ke Siklus III. Hasil refleksi menunjukkan bahwa siswa tidak memperhatikan penjelasan guru karena terlalu antusias mengidentifikasi fenomena yang disajikan oleh guru. Selain itu siswa tidak memperhatikan kelompok yang presentasi karena sibuk menyelesaikan laporan hasil penyelidikan.

Siklus III dimulai dengan guru melakukan apersepsi meminta siswa menyebutkan contoh predasi yang terdapat di kolam sekolah. Siswa menyebutkan bahwa contoh predasi yang terjadi di kolam sekolah adalah lumut dimakan ikan kecil dan ikan kecil dimakan ikan besar. Guru melengkapi jawaban siswa dengan menyatakan bahwa contoh predasi di kolam adalah fitoplankton dimakan zooplankton, zooplankton dimakan ikan, fitoplankton

dimakan ikan, zooplankton dimakan belut. Guru menyuruh siswa membuat alur proses makan-memakan di papan tulis sehingga membentuk jaring-jaring makanan. Siswa menuliskan alur proses makan dan dimakan yang membentuk jaring-jaring makanan. Guru meminta siswa menyebutkan topik pembelajaran. Siswa menyatakan bahwa topik pembelajaran adalah rantai dan jaring-jaring makanan.

Guru menjelaskan proyek pada topik rantai dan jaring-jaring makanan dikerjakan secara individu dan pembagian proyek untuk siswa dibagi berdasarkan jenis rantai makanan, yaitu rantai makanan perumput, detritus, dan parasit di ekosistem darat dan air. Guru memberi ketentuan bahwa siswa dengan nomor absen 1-5 mengerjakan proyek rantai makanan perumput di ekosistem darat, siswa dengan nomor absen 6-10 mengerjakan proyek rantai makanan perumput di ekosistem air, siswa dengan nomor absen 11-15 mengerjakan proyek rantai makanan detritus di ekosistem darat, siswa dengan nomor absen 16-20 mengerjakan proyek rantai makanan detritus di ekosistem air, siswa dengan nomor absen 21-25 mengerjakan proyek rantai makanan parasit di ekosistem darat, dan siswa dengan nomor absen 26-30 mengerjakan proyek rantai makanan parasit di ekosistem air.

Guru menerapkan sintaks project based learning pada tahap planning an investigation process according to driving question dengan menyuruh siswa menyusun perencanaan penyelidikan secara individu. Siswa menyusun perencanaan penyelidikan dengan bantuan pertanyaan penuntun yang diberikan guru pada lembar perencanaan penyelidikan. Pada sintak searching for the theoretical background of the driving question guru meminta siswa mencari dasar teori yang dapat mendukung perencanaan penyelidikan mengenai rantai dan jaring-jaring makanan. Siswa mencari dasar teori yang dapat mendukung perencanaan penyelidikan dari berbagai sumber dan melakukan konfirmasi kesesuaian teori yang diperoleh dengan cara bertanya kepada guru. Siswa yang mendapatkan topik rantai makanan di ekosistem air mengalami kesulitan dalam proses pengamatan, sehingga guru memberi penjelasan bahwa rantai makanan di ekosistem air bisa dicari berdasarkan literatur.

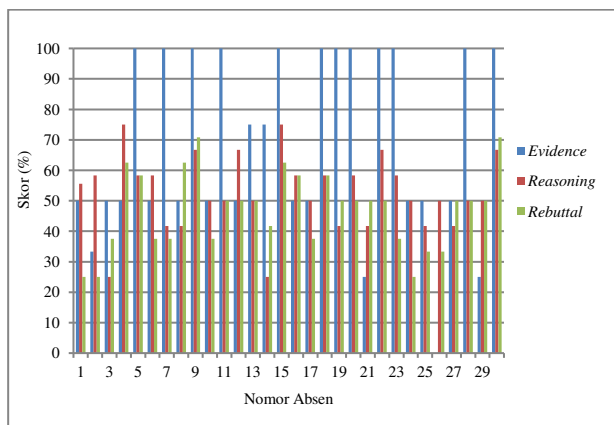
Tahap presenting that theoretical background to class and discussion about issue dilakukan oleh perwakilan siswa yang memperoleh topik berbeda. Selama tahap presentasi berlangsung siswa kurang memperhatikan presentator karena masih mengalami kebingungan dengan tugas yang diberikan oleh guru, sehingga suasana kelas menjadi sedikit gaduh. Guru memberi peringatan kepada siswa untuk memperhatikan presentator sehingga kegiatan presentasi kembali berjalan dengan tertib.

Setelah presentasi selesai guru menjelaskan bahwa siswa diharapkan mendokumentasikan pengamatan yang dilakukan sebagai bukti bahwa siswa telah melakukan pengamatan yang sesuai dengan topik yang diperolehnya. Siswa diminta melakukan pengamatan sesuai dengan perencanaan dan menyusun laporan portofolio sesuai dengan lembar portofolio yang sudah disediakan oleh guru. Guru menyuruh siswa mempersiapkan laporan hasil penyelidikan dan hasil analisis sehingga pada pertemuan

berikutnya siswa sudah siap mempresentasikan hasil penyelidikan yang telah dilakukan.

Tahap deciding the study group the way of collecting data and data analysis dilakukan siswa di luar jam pelajaran karena untuk menemukan peristiwa rantai dan jaring-jaring makanan membutuhkan waktu yang relatif lama. Siswa mengerjakan proyek selama 2 minggu. Tahap evaluating data, arriving a conclusion, presenting the project in class as preferred and discussion dilakukan guru dengan meminta siswa mempresentasikan data yang sudah dievaluasi dan dianalisis. Presentasi dilakukan oleh perwakilan siswa dengan topik yang berbeda. Guru meminta siswa untuk aktif memberi masukan terhadap hasil penyelidikan yang dipresentasikan. Selama proses presentasi dan diskusi berlangsung siswa bersikap kritis dengan mengajukan pertanyaan dan memberi masukan. Jumlah siswa yang bertanya dan memberi masukan pada kegiatan diskusi cukup banyak, sehingga guru membatasi jumlah masukan dan pertanyaan untuk menghemat waktu pembelajaran. Setelah presentasi selesai siswa diminta mengerjakan soal evaluasi untuk mengetahui kemampuan literasi konseptual biologi siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran dengan model project based learning.

Skor argumentasi per siswa pada siklus III disajikan sebagai berikut :



Gambar 5. Skor Argumentasi Siklus III

Gambar di atas menunjukkan bahwa skor evidence lebih tinggi dari pada reasoning dan rebuttal, serta skor rebuttal merupakan skor terendah yang diperoleh siswa bila dibandingkan dengan skor evidence dan reasoning. Hasil analisis terhadap jawaban yang diberikan siswa menunjukkan bahwa setiap siklus terjadi peningkatan komponen argumentasi.

Pada Siklus I skor argumentasi siswa meningkat sebesar 10,73% dari Pra-Siklus. Argumentasi yang diberikan siswa pada Siklus I berkaitan dengan materi komponen penyusun ekosistem. Pada Siklus I siswa belum terbiasa berargumentasi sehingga skor argumentasi siswa belum mencapai target penelitian. Pada Siklus I siswa belum memahami konsep mengenai komponen penyusun ekosistem karena argument yang diberikan siswa belum dapat memenuhi seluruh komponen argumentasi. Siswa pada umumnya dapat memberikan evidence, namun untuk memberikan reasoning dan rebuttal masih mengalami kesulitan. Pada Siklus I siswa dengan nomor absen 6

memperoleh skor argumentasi tertinggi, sebesar 59,72% dan siswa dengan nomor absen 23 memperoleh skor argumentasi terendah, sebesar 20,83%.

Pada Siklus II skor argumentasi siswa meningkat sebesar 7,59% dari Siklus I. Skor argumentasi tertinggi pada Siklus II sebesar 61,34% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 24. Skor argumentasi terendah pada Siklus II sebesar 26,16% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 11. Argumentasi yang diberikan pada Siklus II berkaitan dengan materi interaksi antarkomponen penyusun ekosistem. Sebagai contoh, siswa dengan nomor absen 11 dan 24 sama-sama memberikan rebuttal terhadap pernyataan yang diberikan, namun siswa dengan nomor absen 11 hanya memberikan penolakan (rebuttal) dengan menyatakan bahwa lichenes bukan simbiosis komensalisme. Siswa dengan nomor absen 24 mampu memberikan penolakan (rebuttal) dengan menyatakan bahwa lichenes bukan simbiosis komensalisme, reasoning dengan menyatakan bahwa lichenes merupakan interaksi yang saling menguntungkan, dan evidence dengan memberikan contoh simbiosis mutualisme, yaitu interaksi antara kupu-kupu dengan bunga yang bersifat saling menguntungkan.

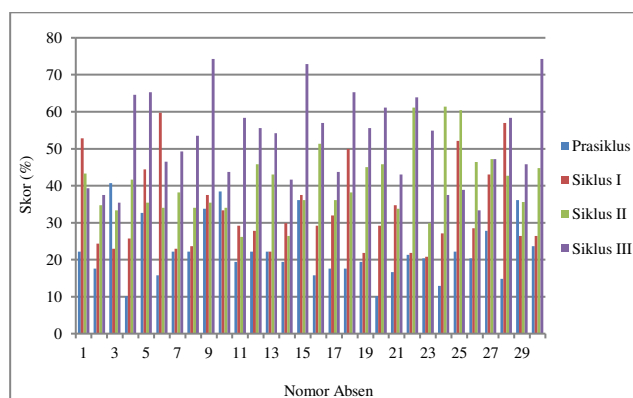
Skor argumentasi siswa pada Siklus III meningkat sebesar 11,68% dari Siklus II. Total peningkatan skor argumentasi siswa dari tahap Pra-Siklus sampai Siklus III adalah sebesar 30% dan target penelitian tercapai pada Siklus III. Argumentasi yang diberikan siswa pada Siklus III berkaitan dengan rantai dan jaring-jaring makanan. Skor argumentasi tertinggi pada Siklus III adalah sebesar 74,31% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 9 dan 30. Skor argumentasi terendah pada Siklus III adalah sebesar 33,33% yang diperoleh siswa dengan nomor absen 26. Sebagai contoh, siswa dengan nomor 9 dan 26 sama-sama memberikan reasoning dengan menyatakan bahwa jaring-jaring makanan terdiri dari beberapa tingkat trofik, namun siswa dengan nomor absen 9 melengkapi argument yang diberikan dengan menambahkan evidence, yaitu memberi contoh rumput dimakan sapi dan kerbau. Siswa dengan nomor absen 9 dan 26 sama-sama tidak memberikan rebuttal, karena menurut Kuhn dan McNeill (2009) rebuttal merupakan komponen tersulit dalam argumentasi.

Skor argumentasi yang diperoleh siswa ditentukan berdasarkan skor pada setiap komponen argumentasi. Komponen argumentasi menurut Acar dan Patton (2012); McNeill dan Krajcik (2009), yaitu: evidence, reasoning, dan rebuttal. Evidence merupakan komponen argumentasi dengan tingkat kesulitan dibawah reasoning dan rebuttal. Evidence menurut Kuhn dan McNeill (2009) merupakan data ilmiah yang digunakan untuk mendukung pernyataan. Evidence dapat diperoleh melalui kegiatan observasi yang dilakukan secara individu maupun kelompok. Siswa dengan kemampuan literasi yang tinggi menurut Hodson (2008) dapat mengambil keputusan berdasarkan evidence yang diperoleh untuk mengatasi masalah dalam kehidupan sehari-hari.

Reasoning menurut McNeill dan Krajcik (2009) merupakan sebuah alasan yang menghubungkan antara evidence yang digunakan dengan claim yang dibuat oleh siswa. Reasoning menurut Kaya, Erduran, & Cetin (2012) dapat mendukung siswa memahami fakta-fakta ilmiah dan

membangun pengetahuan konseptual siswa. Skor reasoning pada Siklus I mengalami penurunan sebesar 6,85% dari Pra-Siklus. Pada Siklus II skor reasoning meningkat sebesar 16,85% dari Siklus I, dan pada Siklus III meningkat sebesar 13,34% dari Siklus II. Total peningkatan skor reasoning dari Pra-Siklus sampai Siklus III adalah sebesar 23,34%. Penurunan skor reasoning pada Siklus I disebabkan oleh kesalahan siswa membedakan pengertian detritus dan detritivor. Sebanyak 23 siswa (76,67%) mengartikan detritus sebagai komponen abiotik dan detritivor adalah komponen biotik sehingga jawaban yang diberikan siswa pada soal multiple choice questionnaire salah.

Rebuttal menurut McNeill dan Krajcik (2009) merupakan alternatif jawaban yang diberikan siswa untuk menyanggah suatu pernyataan (claim). Rebuttal merupakan komponen argumentasi yang jarang ditemukan dalam argumentasi karena untuk memberikan rebuttal yang kuat dibutuhkan penyelidikan yang lebih mendalam terhadap suatu masalah. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan skor rebuttal terjadi pada setiap siklus. Pada Siklus I skor rebuttal meningkat sebesar 19,68% dari Pra-Siklus, pada Siklus II meningkat sebesar 1,88% dari Siklus I, dan pada Siklus III meningkat sebesar 12,33% dari Siklus II. Total peningkatan skor rebuttal dari Pra-Siklus sampai Siklus III adalah sebesar 33,89%. Kontribusi tiap siswa disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Kontribusi argumentasi siswa

Gambar 6 menunjukkan bahwa kontribusi setiap siswa dalam meningkatkan skor kemampuan argumentasi memiliki kontribusi yang berbeda-beda. Skor kemampuan argumentasi yang diperoleh siswa dengan nomor absen 1, 3, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 21, 24, 25, 26, 27, 28 dan 29 mengalami fluktuasi, misalnya siswa dengan nomor absen 6 memperoleh skor kemampuan argumentasi siswa pada tahap Pra-Siklus sebesar 15,74%, pada Siklus I meningkat sebesar 43,98% menjadi 59,72%, namun pada Siklus II menurun sebesar 25,69% menjadi 34,03%, dan pada Siklus III mengalami peningkatan sebesar 12,5% menjadi 46,53%. Skor kemampuan argumentasi yang diperoleh siswa dengan nomor absen 2, 4, 7, 8, 12, 16, 17, 19, 20, 22, 23, dan 30 mengalami kenaikan secara linier pada setiap siklusnya, misalnya pada siswa dengan nomor absen 30 memperoleh skor literasi konseptual pada tahap Pra-Siklus sebesar 23,61%, pada Siklus I meningkat

sebesar 2,78% menjadi 26,39%, pada Siklus II meningkat sebesar 18,4% menjadi 44,79%, dan pada Siklus III mengalami peningkatan sebesar 29,52% menjadi 74,31%. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penerapan project based learning dapat meningkatkan kemampuan argumentasi siswa melalui sintaks yang ada di dalamnya. Argumentasi menurut Acar dan Bruce (2012); McNeill dan Krajcik (2009) dibangun oleh evidence, reasoning, dan rebuttal. Siswa dengan kemampuan literasi yang tinggi menurut Hodson (2008) mampu mengambil keputusan berdasarkan evidence. Penerapan project based learning menurut Mihardi, et al., (2013) dapat membangun kemampuan argumentasi berdasarkan evidence yang ditemukan siswa selama mengikuti proses pembelajaran. Proyek yang dikerjakan siswa memberikan kontribusi dalam menemukan evidence, sehingga skor argumentasi pada indikator evidence mengalami peningkatan pada setiap siklusnya.

## KESIMPULAN

Penerapan *project based learning* meningkatkan kemampuan argumentasi tertulis siswa kelas X MIPA 2 SMA Negeri 5 Surakarta pada materi Ekosistem dengan skor yang bervariasi. Siswa dengan nomor absen: 13, 14, 19, dan 25 mengalami peningkatan kemampuan argumentasi tertulis pada setiap siklus secara kontinu dan siswa dengan nomor absen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, dan 30 mengalami peningkatan kemampuan argumentasi tertulis secara fluktuatif. Kemampuan argumentasi tertulis semua siswa pada Siklus III mengalami peningkatan dari Pra-Siklus. Rata-rata peningkatan kemampuan argumentasi tertulis siswa dari Pra-Siklus sampai Siklus III sebesar 9,97%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acar Omer. 2008. Argumentation Skills and Conceptual Knowledge of Undergraduate Students in a Physics by Inquiry Class. *Desertation*. The Ohio State University
- Acar Omer dan Bruce R. Patton. 2012. Argumentation and Formal Reasoning Skills in an Argumentation-based Guided Inquiry Course. *Procedia-Social and Science*. 46, 4756–4760.
- Bathgate Meghan, Amanda Crowell, Christian Schunn, Mac Cannady, dan Rena Dorph. 2015. The Learning Benefits of Being Willing and Able to Engage in Scientific Argumentation. *International Journal of Science Education*.
- Chan-Choong Foong dan Esther G. S. Daniel. 2010. Assessing Students' Arguments Made in Socio-Scientific Contexts: The Considerations of Structural Complexity and The Depth of Content Knowledge. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 9. 1120–1127
- Demirci Cavide. 2010. The Project Based Learning Approach in A Science Lesson: A Sample Project Study. *Cypriot Journal of Educational Science*. 5, 66–79.



- Mc. Neill Katherine L. dan Joseph Krajcik. 2006. Supporting Students' Construction of Scientific Explanation through Generic versus ContextSpecific Written Scaffolds. *American Educational Research Association*. San Francisco.
- Mc. Neill Katherine L. dan Joseph Krajcik. 2011. Suporting Grade 5 – 8 Students in Constructing Ecplanation in Science. London: Pearson.
- Kaya E., Erduran, S., & Cetin, P. S. 2012. Discourse, Argumentation, and Science Lessons: Match or Mismatch in High School Students' Perceptions and Understanding? *Mevlana International Journal of Education (MIJE)*. 2 (3), 1–32.
- Llewellyn. 2013. Teaching High Scholl Science Through Inquiry and Argumentation. USA: Corwin.
- Mihardi S., Mara Bangun Harahap, dan Ridwan Abdullah Sani. 2013. The Effect of Project Based Learning Model with KWL Worksheet on Student Creative Thinking Process in Physics Problems. *Journal of Education and Practice*. 4 (25), 188 – 200.
- Saracaloglu, Asuman Seda, Hilal Aktamis, Yesim Delioglu. 2011. The Impact of The Development of Prospective Teachers' Critical Thinking Skills on Scientific Argumentation Training and on Their Ability to Construct an Argument. *Journal of Baltic Science Education*. 10 (4), 243–260.
- Simon Shirley, Sibel Erduranb, dan Jonathan Osborne. 2006. Learning to Teach Argumentation: Research and Development in The Science Classroom. *International Journal of Science Education*. 28 (2–3), 235–260.
- Soparat S., Arnold S.R., & Klaysom S. 2015. The Development of Thai Learners' Key Competencies by Project-Based Learning Using ICT. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*. 1(1), 11–22.
- Trilling, Bernie dan Charles Fadel. 2009. *21st Century Skill: Learning for Life in Our Times*. USA: Jossey-Bass.
- Turgut, Halil. 2008. Prospective Science Techers' Conceptualization about Project Based Learning. International. *Internatinal Journal of Instruction*. 1(1), 62-69.